

Полученные данные носят предварительный характер, но уже можно сделать вывод, что использование боя кирпичной кладки в создании новых строительных композитов возможно. Кроме того, создание сырьевых композиций с применением отходов в качестве добавки является одним из путей снижения стоимости получаемых изделий и предотвращения их размещения на объектах складирования, что принципиально для обеспечения рационального использования и экономии сырьевых ресурсов.

#### Список использованных источников

1. Анализ и перспектива развития нормативно-технического обеспечения в области энергетической эффективности / Т. В. Иванов, Ю. А. Табунщиков, А. Л. Наумов, А. К. Джанчарадзе. СПб. : Питер, 2013. 176 с.
2. ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия. Введ. 1987-01-01. М.: Стандартиформ, 2008. 8 с.

УДК 666.762

## ПРОИЗВОДСТВО ВЫСОКОГЛИНОЗЕМИСТЫХ ОГНЕУПОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОКСИТОВ ГАЙАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

## PRODUCTION OF HIGH-ALUMINA REFRACTORIES USING BAUXITE DEPOSIT GUYANA

Баяндина М. А.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, bmasha07@mail.ru

Bayandina M. A.

Ural Federal University, Ekaterinburg

**Аннотация:** В работе изложена ресурсо- и энергосберегающая технология высокоглиноземистых огнеупоров на основе бокситов Гайанского месторождения. Показано, что использование боксита Гайанского месторождения в производстве высокоглиноземистых огнеупоров позволит получить не только качественные огнеупоры, соответствующие ГОСТ 24701–81, но и сберечь около 650 кг технического глинозема и исключить из технологии энергоемкую операцию – тонкий помол технического глинозема. Экономия электроэнергии при этом составит 39 кВт·ч/т.

**Abstract:** The paper set out resource- and energy-saving technology of high-alumina refractory products based on bauxite deposits Guyana. It is shown that the use of bauxite deposits in Guyana production of high-alumina refractories will provide not only high-quality refractory products, corresponding to GOST 24701-81, but also save

about 650 kg of technical alumina and excluded from the technology energy-intensive operation - fine grinding technical alumina. Energy savings at the same time will be 39 kWh/t.

**Ключевые слова:** высокоглиноземистые огнеупоры; шамот; каолин; боксит Гайанского месторождения

**Keywords:** high-alumina refractory; fireclay; kaolin; bauxite deposits Guyana.

Наиболее распространенным видом огнеупоров являются алюмосиликатные огнеупоры, содержащие в качестве главных химических компонентов оксид алюминия и оксид кремния (IV) в различных соотношениях.

В зависимости от содержания оксида алюминия алюмосиликатные огнеупоры подразделяют на шамотные и высокоглиноземистые огнеупоры. Содержание оксида алюминия в шамотных огнеупорах составляет менее 45 %, а в высокоглиноземистых огнеупорах – более 45 %.

Высокоглиноземистые огнеупоры, по сравнению с шамотными огнеупорами, отличаются меньшим количеством стеклофазы и более высокой температурой ее размягчения. Большая огнеупорность и стойкость против деформации под нагрузкой при нагревании, повышенная химическая устойчивость – все эти качества позволяют применять высокоглиноземистые огнеупоры в тех случаях, когда условия службы для шамотных огнеупоров становятся чрезмерно тяжелыми [1].

В производстве высокоглиноземистых огнеупоров условно выделяют два передела: производство высокоглиноземистого шамота и производство изделий.

В настоящее время высокоглиноземистый шамот получают на основе технического глинозема, стоимость которого составляет 15 000 руб. за 1 т. Технический глинозем плохо спекается, поэтому его подвергают тонкому помолу. Расход электроэнергии при помоле составляет около 60 кВт·ч/т [2].

Вместо технического глинозема можно использовать природное сырье – бокситы с низким суммарным содержанием плавней (4–5 %) [3]. Этому условию соответствуют боксит Гайанского месторождения. Данное месторождение с 2004 года принадлежит компании «РУСАЛ».

Гайанский боксит представляет собой глиноподобную горную породу светло-серого цвета. Химический состав боксита, мас. %:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  58,95;  $\text{SiO}_2$  8,69;  $\text{TiO}_2$  3,10;  $\text{MgO}$  1,31;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  1,05;  $\text{FeO}$  0,13;  $\Delta m_{\text{прк}}$  26,0.

Минеральный состав боксита, определенный с помощью рентгенофазового анализа, представлен минералами, масс. %: гиббситом 85,6; каолинитом 11,4; анатазом 2,3; рутилом 0,3; гематитом 0,4.

Дифференциально-термический анализ подтверждает присутствие в гайанском боксите таких минералов, как гиббсит, каолинит. Установлено, что в интервале температур 220–400 °С наблюдается выделение конституционной воды из гиббсита и образование промежуточного продукта бемита.

В интервале температур 400–800 °С наблюдается дегидратация и разложение бемита и каолинита, а в интервале температур 800–1400 °С на кривой ДТА зафиксированы два экзотермических эффекта при температурах 1000 и 1129 °С, что свидетельствует о кристаллизации аморфных фаз и переходе глинозема в  $\alpha$ -форму.

Шамот на основе гайанского боксита с водопоглощением 2–3 % можно получить при температуре 1500–1550 °С.

Проведенными исследованиями было установлено, при температуре обжига 1400 °С водопоглощение шамота составило 5,4 %, при 1450 °С – 4,1 %, при 1500–1550 °С снизилось до 2,8 %.

Минералогический состав шамота, определенный с помощью рентгенофазового анализа, представлен муллитом (49,1 %), корундом (46,5 %) и тиалитом (4,4 %).

Таким образом, лабораторные исследования показали, что качественный муллитокорундовый шамот для производства высокоглиноземистых огнеупоров можно получить из природного сырья – бокситов Гайанского месторождения.

Дальнейшие исследования показали [4–7], что шихта для производства высокоглиноземистых огнеупоров должна состоять из 60 % бокситового шамота и 40 % смеси совместного помола мелкой фракции шамота с 25 % каолина. Обжиг необходимо проводить при температуре 1600 °С. Обожженные образцы имели следующие свойства: открытая пористость 16,1 %, предел прочности при сжатии 83 МПа, что соответствует требованиям ГОСТ 24704–81.

Таким образом, использование боксита Гайанского месторождения в производстве высокоглиноземистых огнеупоров позволит получить не только качественные огнеупоры, но и сберечь около 400 кг технического глинозема на 1 тонну изделий, а при использовании смеси совместного помола с бокситовым шамотом – до 650 кг и исключить из технологии энергоемкую операцию – тонкий помол технического глинозема. Экономия электроэнергии при этом составит 39 кВт·ч/т.

#### Список использованных источников

1. Карклит А. К. Огнеупоры из высокоглиноземистого сырья / А. К. Карклит, Л. А. Тихонова. М. : Металлургия, 1974. 152 с.
2. Кашеев И. Д. Производство огнеупоров / И. Д. Кашеев. М. : Металлургия, 1993. 256 с.
3. Сакулин В. А. Гайанский боксит – сырье для производства высокоглиноземистых огнеупоров / В. А. Сакулин, В. В. Скурихин, И. Г. Белова [и др.] // Огнеупоры и техническая керамика. 2015. № 11–12. С. 38–43.
4. Кашеев И. Д. Химическая технология огнеупоров / И. Д. Кашеев, К. К. Стрелов, П. С. Мамыкин. М. : Интермет Инжиниринг, 2007. 752 с.
5. Баяндина М. А., Баяндина Т. В. Сравнительный анализ вещественного состава и свойств каолинов месторождений Южного Урала // Инновации и инвестиции. 2015. № 7. С. 103–105.

6. Баяндина М. А. Баяндина Т. В. Исследование каолинов месторождений Южного Урала с целью получения муллитокорундового материала // Инновации и инвестиции. 2015. № 9. С. 174–177.

7. Kashcheev I. D., Bayandina M. A., Bayandina T. V. Mullite-corundum material based in high-alumina chamotte grade RASC // Refractories and industrial ceramics. 2016. Vol. 57. № 3. P. 258–261.

УДК 621.365

## ОБЗОР ОСНОВНЫХ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

### REVIEW OF THE MAIN METHODS PRODUCING ALUMINUM-MATRIX COMPOSITE MATERIALS

Борисов А. Ю., Шабурова А. А., Фризен В. Э.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, vfrizen@yandex.ru

Borisov A. Yu., Shaburova A. A., Frizen V. E.  
Ural Federal University, Ekaterinburg

**Аннотация:** В работе изложены основные сведения об алюмоматричных композиционных материалах, достоинства и недостатки, а также основные способы получения.

**Abstract:** The paper presents basic information about the aluminum-matrix composite materials, advantages and disadvantages, as well as the main obtaining methods.

**Ключевые слова:** алюминий; композит; матрица; армирующее вещество.

**Key words:** aluminum; composite; matrix; reinforcing agent.

Одним из магистральных направлений развития современного материаловедения и машиностроения является разработка и применение композиционных материалов (КМ), которые состоят из матрицы и распределенных в ней армирующих элементов [1]. Материал матрицы окружает и фиксирует армирующий материал, придает изделию форму. Армирующее вещество передает изделию свои механические и физические свойства, и, таким образом, усиливает свойства матрицы. Такая взаимосвязь позволяет создать более совершенный материал с набором свойств, недоступным каждому из входящих в его состав материалов в отдельности. Благодаря этому, они обладают качественно новыми, зачастую уникальными свойствами.

Главными преимуществами КМ являются: